EKO

# 取扱説明書

## Instruction Manual

# 日射計

## MS-802/402/602

ファン付き：MS-802F/402F

バージョン：10

ISO9001 CERTIFIED ISO14001 CERTIFIED ISO17025 CERTIFIED

英弘精機株式会社

# 1. もくじ


1. もくじ 1
2. お使いいただく前に 2
2-1. 連絡先 2
2-2. 保証と責任について 2
2-3. 取扱説明書について 2
2-4. 環境情報について 3
2-5. ISO/IEC 17025:2005 について 3
2-6. CE 宣言書 4
3. 安全にお使いいただくために 5
3-1. 警告・注意 5
3-2. 高電圧注意 5
4. 製品概要 6
4-1. 全天日射計シリーズについて 6
4-2. 梱包内容 8
5. 製品取扱方法 9
5-1. 各部のはたらき 9
5-2. 設置 11
5-3. 日射測定 13
6. メンテナンス & トラブルシューティング 15
6-1. メンテナンス 15
6-2. 校正及びトレーサビリティについて 16
6-3. トラブルシューティング 18
7. 仕様 19
7-1. 製品仕様 19
7-2. 出力ケーブル及びファンユニット用電源ケーブル 23
7-3. オプション品 23
付記 24
A-1. 用語の定義 24
A-2. 全天日射計の特性 25

# 2. お使いいただく前に

この度は英弘精機製品をご利用いただきましてありがとうございます。

ご使用の前に必ずこの取扱説明書をよくお読みになり、正しくお使いください。また、本書は必ず保管して必要なときにお読みください。不明な点やご質問などがありましたら、下記までご連絡ください。

## 2-1. 連絡先

| 英弘精機株式会社 | | eko.co.jp | info@eko.co.jp |
|---|---|---|---|
| 本社 | 〒151-0072 | 東京都渋谷区幡ヶ谷 1-21-8 | Tel: (03)3469-6714<br>Fax: (03)3469-6719 |
| カスタマー<br>サポートセンター | | | Tel: (03)3469-5908<br>Fax: (03)3469-5897 |
| 関西営業所 | 〒532-0012 | 大阪市淀川区木川東 3-1-31 | Tel: (06)6307-3830<br>Fax: (06) 6307-3860 |

## 2-2. 保証と責任について

本製品の無償保証期間および保証規定につきましては、本製品に添付されている「保証書」を参照、または直接、当社までお問い合わせください。本保証は、国内においてのみ有効です。

英弘精機は出荷前にひとつひとつ製品が製品仕様を満足するように厳重に調整・試験・検査しております。しかしながらもし、保証期間内に動作不良や故障等が確認された場合は、無償修理または交換の対応をさせて頂きます。
但し、以下の場合は保証の対象とはなりませんのでご注意ください。
・英弘精機のサービスマン以外による修理もしくは改造を行った場合。
・取扱説明書に記載されている取扱方法に反する事に起因する故障または動作不良。

## 2-3. 取扱説明書について

© 2015 英弘精機株式会社
この取扱説明書を、英弘精機の許可なしで無断複写または転載することを禁じます。

発行日: 2015/03/11
バージョン番号: 10

# 2-4. 環境情報について

## 1. WEEE 指令(Waste Electrical and Electronic Equipment)

本製品は、WEEE 指令 2002/96/EC の対象にはなっておりませんが、一般家庭のゴミとしての廃棄は避けてください。適切に処理、回収、及びリサイクルするには、専門の集積場所もしくは施設へお問い合わせください。
本製品を適切に廃棄する事により、貴重な資源の節約や、人間や環境に及ぼす悪影響を防ぐ事につながります。

## 2. RoHS 指令(Restriction of Hazardous Substances)

英弘精機では、RoHS 指令 2002/95/EC で規定される有害物質の最大量に準拠していることを保証するため、取扱製品においては、総合的評価を行っています。よって全ての製品は、RoHS 指令 2002/95/EC に規定される有害物質量未満、又は、RoHS 指令 2002/95/EC の付属文書により許容されているレベル未満の原材料を使用しています。

# 2-5. ISO/IEC 17025:2005 について

英弘精機は、校正と試験に関する ISO/IEC 17025 の要求事項に適合した全天日射計および直達日射計の校正を実施できる試験所として Perry Johnson Laboratory Accreditation, inc. (PJLA)により認定されました。

英弘精機は、自社内で校正サービスを提供できる特徴ある日射計メーカーです。英弘精機は、国際標準 ISO/IEC 17025 および ISO 9847(屋内校正) 並びに ISO9059(屋外校正)に準拠した最高品質の校正を提供します(認定証書: L13-94-R2 / www.pjlabs.com)。

ISO/IEC 17025 は、試験所認定のための管理や技術に関する国際的に認められた基本的事項を規定しています。英弘精機のこの校正サービスを受けることにより、お客様には以下のメリットが生じます。

- 校正の方法と精度の特定
- 国際標準を通じた世界放射基準(World Radiation Reference-WRR)へのトレーサビリティ
  - ISO9846 直達日射計を用いた全天日射計の校正
  - ISO9847 全天日射計標準器との比較による全天日射計の校正
  - ISO9059 直達日射計標準器との比較による直達日射計の校正
- 一貫性のある運用による再現性と信頼性のある校正結果

ISO/IEC17025 に基づき校正された日射計をご購入いただくことにより、お客様は高水準の信頼性を得ることができます。英弘精機の認定試験所は定期的に更新審査を受け、高度な技術水準を維持しています。

.

## 2-6. CE 宣言書



# DECLARATION OF CONFORMITY

We: EKO INSTRUMENTS CO., LTD
1-21-8 Hatagaya Shibuya-ku,
Tokyo 151-0072 JAPAN

Declare under our sole responsibility that the product:

Product Name: Pyranometers
Model No.: MS-802, MS-402, MS-602

To which this declaration relates is in conformity with the following harmonized standards of other normative documents:

Harmonized standards:

EN 61326-1:2006 Class A (Emission)
EN 61326-1:2006 (Immunity)

Following the provisions of the directive:

EMC-directive: 89/336/EEC
Amendment to the above directive:93/68/EEC

Date: Oct. 08, 2008

Position of Authorized Signatory: Deputy General Manager of Quality Assurance Dept.

Name of Authorized Signatory: Shuji Yoshida

Signature of Authorized Signatory: Shuji Yoshida

# 3.　安全にお使いいただくために

当社製品は、安全を十分に考慮して設計・製造されておりますが、お客様の使用状況により思わぬ重大な事故を招く可能性があります。本書をよくお読みになり、使用方法を必ず守りながら正しくお使いください。

**警告・注意**

この表示を無視して誤った取り扱いをすると、感電などのけがによる重傷または死亡する可能性があることを示しています。

**高電圧注意**

高電圧が加わる部分です。この表示を無視して誤った取り扱いをすると、感電などのけがによる重傷または死亡する可能性があることを示しています。

## 3-1.　警 告・注 意

### 1. 設置について

- 本製品を取付ける台や支柱は十分な荷重に耐えうるものであるか確認してから、付属のボルトおよびナットで固定してください。設置場所の強度が十分でないと、強風や地震などによる転落・転倒にともなう故障や思わぬ事故を引き起こす恐れがあります。
- 本製品およびケーブルは、水没しない場所に設置してください。

### 2. ガラス製部品について

- ガラスドームの部分に衝撃を与えないように注意してください。衝撃による本製品の破損および破損破片の飛散による事故の原因となる可能性があります。

### 3. 送風ファンによる巻き込まれについて

- 送風ファンの回転中に指などを入れないでください。巻き込まれや事故を引き起こす恐れがあります。

## 3-2.　高 電 圧 注 意

### 電源について(ファン付全天日射計)

- 電源ケーブルのアース線は必ず接地させてください。接地が不備の場合、ノイズによる測定誤差を生じる原因となる他、感電や漏電事故の原因となる可能性があります。
- 規定の供給電源の電圧や種類(AC または DC)に間違いが無いか確認してから、本製品への接続をおこなってください。間違った電源の接続は本製品の故障や事故を引き起こす恐れがあります。

# 4. 製品概要

英弘精機は 1955 年に最初の国産となる全天日射計を開発して以来、50 年以上にわたり製品の品質・性能向上に努めてまいりました。 その長きにわたり培った技術・ノウハウによりサーモパイル型高性能日射計を開発いたしました。当社では、国際規格 ISO9060 の Secondary Standard(二次準器)に適合するハイエンドモデル MS-802 をはじめ、First Class(一級)モデルの MS-402、Second Class(二級)モデルの MS-602 を用意しております。堅牢な構造により全天候型の日射計となっており、太陽電池評価や気象観測用途などに幅広くご使用になれます。

## 4-1. 全天日射計シリーズについて

当社の全天日射計は気象庁のネットワーク観測システムである「地上気象観測網」に採用されており、下記のように用途、目的、測定精度に併せてカテゴライズされた製品を取り揃えております。

### 1. MS-802/802F

MS-802 は、ISO9060 で規定されている Secondary Standard(二次準器)に準拠する堅牢で高精度な全天候型全天日射計です。 特徴としては、二重ドームやフード(陽除け)を備えており、温度環境変化による測定誤差の影響を受けにくい構造となっています。
応答性がとりわけ速いなどの他、基本性能としては最上位クラスの全天日射計で、地球温暖化の調査や太陽光発電の効率評価に使用されるなど、精密な測定での使用に適しております。
MS-802 には気象庁検定書付きの製品もございます。

MS-802 の主な特徴

- ・高速応答時間(95%出力到達時間が 5 秒以下)
- ・広い温度域での優れた温度特性
- ・高品質二重ガラスドームによる優れた入射角特性
- ・MS-802F は霜、雪、埃などの影響を低減するためのファンユニットが付属

### 2. MS-402/402F

MS-402 は、ISO9060 で規定されている First Class (一級)に準拠する堅牢で高精度な全天候型全天日射計です。気象庁の地上気象観測網をはじめ太陽光発電の効率評価等の業務用に広く使用されています。MS-802 と同様に、二重ガラスドームやフードを備え、基本的な性能は MS-802 に追従する性能を備えています。
MS-402 には気象庁検定書付きの製品もございます。

MS-402 の主な特徴

- ・優れた応答時間(95%出力到達時間が 8 秒以下)
- ・広い温度域での優れた温度特性
- ・MS-402F は霜、雪、埃などの影響を低減するためのファンユニットが付属

# 3. MS-602

MS-602 は、ISO9060 で規定されている Second Class (二級)に準拠する全天日射計です。サーモパイル型の日射計としては最も小型でコストパフォーマンスに優れ、多点測定に向いています。ISO9060 規定に基づく Second Class の日射計としては非常に優れた温度特性を持っている事も本器の特徴です。NEDO (New Energy and Industrial Technology Development Organization)のフィールドテスト事業、文部科学省のエコスクール事業など、太陽光発電システムに数多く使用されています。

MS-602 の主な特徴

- ・高いコストパフォーマンス
- ・優れた温度特性
- ・小型かつ全天候型

# 4-2. 梱包内容

はじめに、梱包内容をご確認ください。不足、または破損しているものなどがあった場合は、直ちに当社までご連絡ください。

表 4-1. 梱包内容

| 品　目 | MS-802/402 | MS-802F/402F | MS-602 |
|---|---|---|---|
| *出力ケーブル | ○ | ○ | ○ |
| *ファンユニット用電源ケーブル | — | ○ | — |
| 全天日射計本体 | ○ | ○ | ○ |
| 全天日射計フード | ○ | ○ | — |
| 全天日射計ファンユニット | — | ○ | — |
| 取扱説明書　(本書) | ○ | ○ | ○ |
| 保証書 | ○ | ○ | ○ |
| 検査証 | ○ | ○ | ○ |
| クイックスタートガイド | ○ | ○ | ○ |
| 取付けボルト　( M6 ) x2 本 | ○<br>(ボルト長: 75mm ) | ○<br>(ボルト長: 100 mm ) | ○<br>(ボルト長: 50 mm ) |
| ワッシャー　( M6 ) x4 本 | ○ | ○ | ○ |
| ナット　( M6 ) x2 本 | ○ | ○ | ○ |

[*]出力ケーブル、ファンユニット用電源ケーブルの標準長は 10m です。

ケーブル長の変更は購入時にお問合せください。

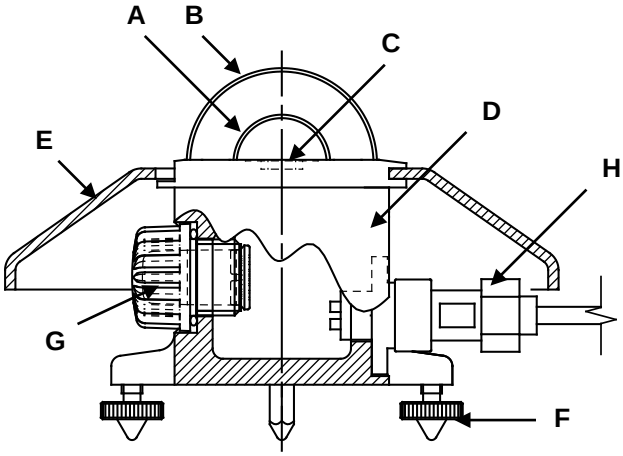
また、ファンユニット用電源ケーブルは、AC タイプと DC タイプがございます。

# 5. 製品取扱方法

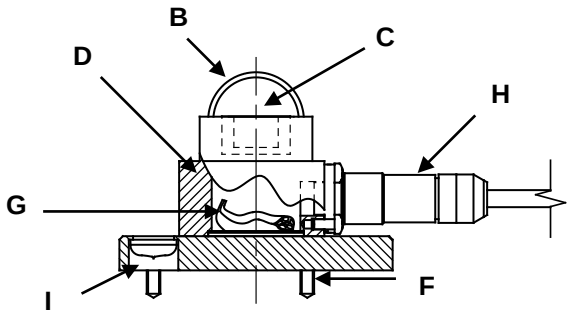
## 5-1. 各部のはたらき

各部の名称と主な働きを説明します。

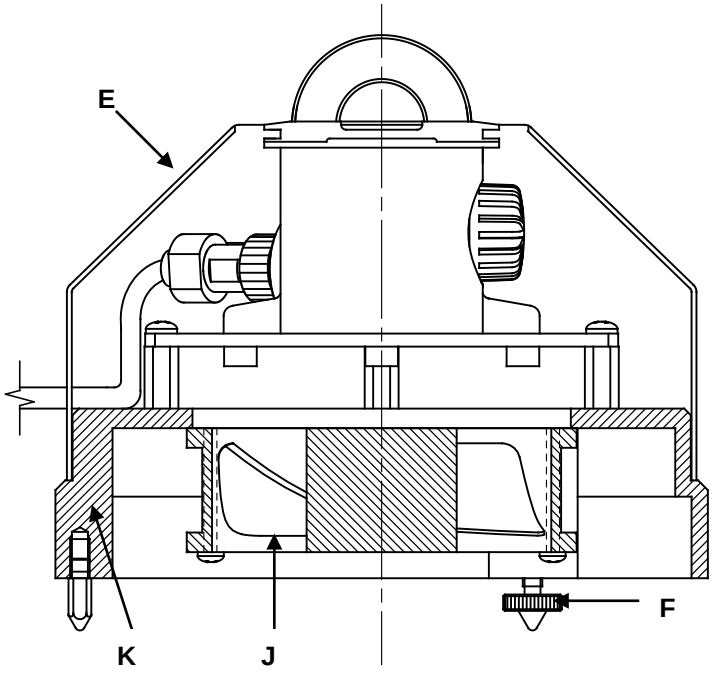
MS-802/402




MS-602




MS-802F/402F




| 各部名称 |
|---|
| A. 内ガラスドーム |
| B. 外ガラスドーム |
| C. 受感部 |
| D. ボディ |
| E. フード |
| F. 水平調整ネジ |
| G. 乾燥剤容器(乾燥剤) |
| H. ケーブル / コネクタ |
| I. 水準器(*) |
| J. ファン |
| K. ファンユニットボディ |

*一部の図では、水準器が見えにくくなっておりますが、その点はご了承ください。

図 5-1. 各部名称

## 1. 内ガラスドーム / 外ガラスドーム

ガラスドームは、受感部を外部からの汚れ、雨滴や風による外部環境の変化から保護する役目を持っており、その他にも、全天日射計の測定に必要な波長のみが受感部に到達するように不要な波長をカットするという重要な役割も持っています。 このような全天日射計の必要とする波長域はISO9060, WMOにて 300～3000nmと規定されております。

また、本製品では、ガラスをドーム型にする事で、半球面のあらゆる方向からの光に対し反射の少ない状態で光を透過することができ(視野角 180º)、二重構造にする事で日射以外の変動要因(風など)からの影響を受けにくくしてあります。

## 2. 受感部

受感部には、温度差に比例した電圧を発生(ゼーベック効果)するサーモパイルを使用しています。光が照射されると、受感部の温度が上昇し、冷接点(ボディ部)との間に温度差が生じることで、サーモパイルに起電力が発生します。この起電力を電圧として出力、測定することにより日射強度を求めることができます。受感部は日射計で最も重要な部品であり日射計の特性そのもの(例えば、応答速度、ゼロオフセット B、非直線性、感度など)を左右します。

本製品の受感部表面には、波長依存性がなく吸収率の高い特殊黒色塗料を塗布してありきわめて安定性の良い日射測定を実現しています。

## 3. フード / ボディ / 水準器

本製品(MS-602 を除く)には、フード(ファン付日射計の場合はカバー)が付属しており、太陽からの直射光などの要因によるボディの温度上昇を抑えます。

本製品のボディには衝撃や耐熱性に優れた合金鉄と非合金鉄素材を組み合わせて使用しており、高温環境でも使用できます。また、日常的な雨滴、塵埃への高い耐性もあります(*IP66) *ただし本製品は水没しない場所で使用してください。また、本製品は、受感部が水平であるかの確認をするための水準器を備えています。

## 4. 乾燥剤容器

本製品は、センサー内部の気圧や外気温変化の影響によるガラス内面の曇りを生じにくくするために乾燥剤を内蔵しております。乾燥剤容器内のシリカゲル(乾燥剤)は容易に交換できます(MS-602 を除く)。

## 5. ケーブル / コネクタ

本製品には出力ケーブルが付属(*)されており、センサーに接続してすぐに使用できるようになっております。

コネクタの接続は、手で廻して取付けや取外しができますので、工具を必要としません。

出力ケーブルの先端はデータロガー等への接続を容易にするため Y 型端子が圧着固定されています。

本製品に同梱するケーブルおよびコネクタは、耐湿度、耐 UV 性のあるものを採用しており、屋外での長期測定で使用できます。

※ 塩害の恐れがある地域で使用する場合、コネクタ部分に自己融着テープを貼付する等の防錆対策を行ってください。

ファン付全天日射計の電源ケーブル(*)は、AC 電源用、DC 電源用の 2 種類があります。購入の際には、使用環境に応じた電源ケーブルをご確認のうえ、ご用命ください。標準長は出力ケーブル、電源ケーブルともに 10m です。使用環境に応じた長さへの変更、出力ケーブルの先端加工の変更などは購入時にお問合せください。

## 6. ファンユニット

MS-802F 及び MS-402F に付属する送風機です。

日射計と組み合わせて使用する事により、空気をガラスドームの外側に吹き付けて、霜・雪・ほこりなどの付着を防ぐ事ができます。 その為、ファンユニットを付属することにより、通常よりも高精度の日射測定が可能となります。

メンテナンスフリーになるわけではありませんので、定期的なガラスドームの掃除などのメンテナンスは必ず行ってください。

# 5-2. 設置

全天日射計を設置する場合、精度の高い測定を行うために設置場所や設置方法についていくつかの注意を要する点があります。
併せて同梱のクイックスタートガイドを参考にしてください。

設置場所は、全天日射計の受感部の上端(黒塗装部分)より上部の全周にわたり日射を遮る物体(建物、木、山、その他)のないことが最適ですが、そのような理想的な場所はなかなか見つかりません。
現実には太陽の高度角が 5°以上で遮る物体のない場所に設置されることが望まれます。
また、設置場所は日常の保守(ガラスドームのクリーニング、乾燥剤の点検など)が容易である場所、鉄塔やポールなどで影の影響を受けない場所、日射を反射しやすい明るい色の壁や看板などが近くにない場所であるかどうかを確認してから設置してください。
強い衝撃は故障や感度定数の変化の原因となります。設置する際は、全天日射計をぶつけたり落としたりしないでください。

## 1. 水平面・傾斜面への設置方法

1) 全天日射計の設置台に必要な固定穴が空いているか確認してください。 固定穴の幅[mm]は下記を参考にしてください。

表 5-2. 全天日射計の固定穴幅及び取付けボルトサイズ

| | MS-802/402 | MS-802F/402F | MS-602 |
|---|---|---|---|
| 固定穴幅 | 80 mm | 160 mm | 60 mm |
| 取付けボルト | M6 x 75 mm | M6 x 100 mm | M6 x 50 mm |

2) 全天日射計の出力コネクタが極側に向くように設置してください。
北半球ではコネクタが北側に、南半球ではコネクタが南側に向く方向に設置してください。
コネクタが太陽方向に向いていると、コネクタ部の温度が上昇し、それによって生じる熱起電力が発生するため、それによる出力誤差を避ける為です。

3) 全天日射計のフードを外してください。フードは必ず、**時計方向** に廻して取り外してください。
フードの取付け、取外しは必ず時計方向に廻してください。反時計方向に廻すとガラスドームホルダーが緩み、水分が内部に侵入して故障する原因となります。

4) 全天日射計の水準器の円の中心に気泡がくるように、2 本(MS-802/402, MS-802F/402F)または 3 本(MS-602)の水平調整ネジで水平を調節してください。

5) 水平位置がずれていると入射角誤差や方位角誤差により測定結果に誤差を生じる原因となります。全天日射計の水平状態は時々確認し、必要に応じて調整してください。
[傾斜面に設置する場合]
水平な台上で全天日射計の水平を調整した後、傾斜面に取付けてください。
*設置の際は、調整足を外さずに固定してください、外して固定した場合、固定部材からの熱により出力値に異常を生じる場合があります。

6) 付属の 2 本の取付けボルトで全天日射計を設置台に固定してください。
フードを元通りに取付けてください。フードは必ず、**時計方向** に廻して取付けてください。

## 2. 結線方法

1) 長期間ご使用いただくために全天日射計のケーブルは、直射日光や風雨に直接曝されない場所(溝内やパイプ内など)に敷設してください。
出力ケーブルの振動はノイズ発生の原因となりますので、屋外の露出した場所へ出力ケーブルを通線する場合は、風によるバタつきで出力ケーブルが振動しない様に固定具を用いて固定してください。
出力ケーブル長はできる限り短くすることをお勧めします。また、出力ケーブルの引き廻しによってはノイズが生じる可能性がございますので、AC 電源、高圧線および携帯電話基地局等の電磁誘導ノイズ源から離して配線を行ってください。

2) 全天日射計と出力ケーブルを接続してください。
コネクタの挿入向きを確認してから接続してください。もし入りにくい場合は、コネクタ破損の原因となりますので無理に挿入せず、もう一度確認の上接続してください。

3) 全天日射計の出力ケーブル末端とテスターまたはデータロガーを接続してください、極性は下記の通りです。

表 5-3. ピン配置

| | |
|---|---|
| MS-802(F)<br>MS-402(F) | (+) プラス出力<br>(-) マイナス出力 |
| MS-602 | (+) プラス出力<br>(-) マイナス出力 |

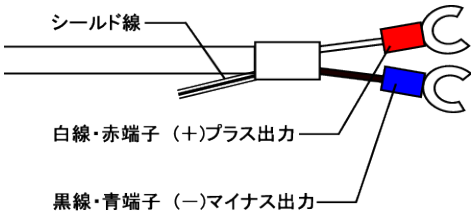


図 5-2. ケーブルの接続

4) 出力電圧を確認してください。
もしも、出力電圧にノイズが大きく見られる場合には、シールド線を ( - )マイナス入力端子と共に接続してください。
*ノイズ要因が無くなるわけではありませんので、必ずノイズ源を避けて配線を行ってください。

5) ファン付全天日射計をご使用の場合は、電源ケーブルを接続してください。
電源を投入後、全天日射計の上部に手を当て、送風されていることを確認してください。
電源ケーブルのアース端子(緑色)を必ず接地接続してください。

# 5-3. 日射測定

全天日射強度は、全天日射計の出力電圧を測定し全天日射計の感度定数で除することにより求められます。出力電圧は電圧測定器やデータロガーなどの計測器で測定します。全天日射強度を連続して測定する場合は、十分な記録容量と積算機能のあるデータロガーを使用すると便利です。 測定を始めるまでの手順は下記の通りです。

1) 計測器の測定レンジ(範囲)を設定してください。

   測定レンジが選択できる場合は、0-10mV が精度良く測定できるレンジを選択してください。 全天日射強度は、全天日射計を傾斜面および水平面で測定した場合も含めて、最大1400 W/m² と考えられていますので、全天日射計の感度定数が 7 μV/W·m⁻²の場合は、日射強度の最大出力電圧は 10 mV以下となり、この最大出力電圧は複合的な日射強度の最大として感度定数から計算する事ができます(例えば、MS-802の感度定数は、7 μV/W·m⁻² あるいは 0.007mV/W·m⁻² の為、最大出力は、1400 W/m² **x** 0.007mV/W·m⁻² = 9.8mV となる)。

2) 全天日射強度 [W/m²] を算出してください。

   全天日射計の感度定数が ***S*** [μV/W·m⁻²]で、出力電圧が ***E*** [μV]の場合、全天日射強度 ***I*** [W/m²]は下記の換算式により求められます。

$$I\ [\mathrm{W/m^2}] = \frac{E\ [\mu\mathrm{V}]}{S\ [\mu\mathrm{V/W\cdot m^{-2}}]}$$

   *全天日射計の感度定数 ***S*** は、検査証及び全天日射計本体の銘板に記されていますので確認してください。気象庁検定品の感度定数の単位は [mV/kW・m⁻²] で、記載されております。

## 測定値の積算について:

長期間連続した測定を行う場合は全天日射計をデータロガーに接続して使用するのが一般的です。その場合、測定データのサンプリング間隔と平均/積分期間を、データ容量を考慮のうえ適切に設定することが重要です。
まず全天日射計の応答速度によってサンプリング間隔が決まりますが、応答速度は全天日射計の各型によって異なりますので仕様一覧表(表 7-1)をご参照ください。当社では応答速度を『出力電圧が 95%に達するまでの時間』と定義づけています。 また一般的に応答速度は時定数 τで評価されることが多く 1-1/e で計算される 63.2%の到達時間として定義されます。τ は表 7-1 に示される応答速度の約 3 分の 1 となります。サンプリング間隔は応答速度よりも長くすることが推奨されます。目的に合わせてデータを平均/積分することで記録データ量を削減することができます。サンプリング間隔が短ければそれに合わせて平均/積分期間も短く設定可能となります(例:MS-802 の場合、サンプリング間隔 10 秒、平均期間 1 分)。 平均値だけでなく積分、最小、最大、標準偏差等の統計値を記録することも有益です。 通常、データの記録容量が許す範囲で平均/積分期間をなるべく短く設定します。

参考文献:「WMO Nr8 : Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation」

積算日射量の計算式:
1 日分の日射量(=日積算日射量、DTI: The Daily Total Solar Irradiances)は、日射量[W/m²]を積分することにより求められます。日積算日射量 ***DTI*** を求める為には、平均日射量 ***I*** [W/m²]に平均した間隔 t 秒を乗じ、1 日の平均データ数分 n を加算する事によって求められます。物理単位は[J/m²]となり、J = W・S から計算できます。

$$\mathrm{DTI} = \sum_{k=1}^{n} I_k \times t$$

# 日射測定の計算方法の例:

日射強度の計算方法:

1) 電圧(瞬時値)を記録します。 *日射計の出力はいずれも電圧[mV]です

記録例) 10 時 00 分 10 秒　7.00 mV

2) 電圧(瞬時値)を日射強度(瞬時値)に換算します。

例) 7.00 mV ÷ 7.00 μV/W･$m^{-2}$ x 1,000 μV/mV = 1,000 W/$m^2$ ( = 1 kW/$m^2$)

*上記は感度定数が 7.00 μV/W･$m^{-2}$ の場合です。実際には、日射計本体のラベルや検査証に記載されている感度定数に数値を置き換えて計算してください。

日射量の計算方法:

例として「1 時間の積算日射量」を計算する場合について解説します。

1) 瞬時値(日射強度)から平均値(日射強度)を計算します(記録周期 = 10 秒の場合)。

記録例) 10 時 00 分 10 秒 1,000 W/$m^2$

00 分 20 秒 1,100 W/$m^2$

:

11 時 00 分 00 秒　950 W/$m^2$

例) 平均値 = (1,000 + 1,100＋ ･･･ ＋ 950) ÷ 6 ÷ 60 分＝1,000 W/$m^2$ ( = 1 kW/$m^2$)

*上記、6 は 1 分間のデータ数を表しています(記録周期 = 5 秒の場合、12 個)

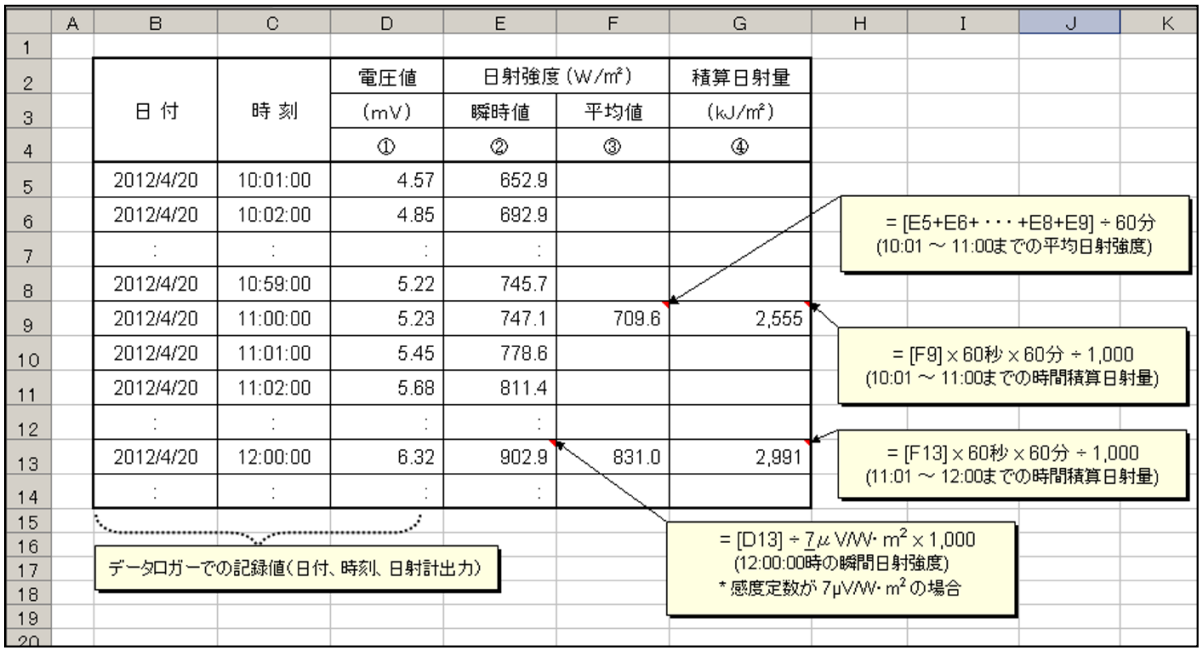
2) 積分値(積算日射量)を計算します。

例) 積分値 = 平均値 x 60 秒 x 60 分 ÷ 1,000

= 1,000W/$m^2$ x 60 秒 x 60 分 ÷ 1,000 = 3,600 kJ/$m^2$ ( = 3.6 MJ/$m^2$)

*上記、÷ 1,000 では日射量の単位 [J/$m^2$] を [kJ/$m^2$] に変換しています。更に 1,000 で割り 3.6 MJ/$m^2$ と表わす事ができます(1 日分を積算する場合は、MJ/$m^2$ のほうが良いでしょう)。また、いかに精度良く平均値を求めるかということが重要であり、その為には記録周期をできる限り短くするほうが良いでしょう。

実例として Excel ©Microsoft などの表計算ソフトで計算した結果を下記に示します(記録周期 = 1 分の場合)



| 日付 | 時刻 | 電圧値 (mV) ① | 日射強度 (W/m²) 瞬時値 ② | 日射強度 (W/m²) 平均値 ③ | 積算日射量 (kJ/m²) ④ |
|---|---|---|---|---|---|
| 2012/4/20 | 10:01:00 | 4.57 | 652.9 | | |
| 2012/4/20 | 10:02:00 | 4.85 | 692.9 | | |
| : | : | : | : | | |
| 2012/4/20 | 10:59:00 | 5.22 | 745.7 | | |
| 2012/4/20 | 11:00:00 | 5.23 | 747.1 | 709.6 | 2,555 |
| 2012/4/20 | 11:01:00 | 5.45 | 778.6 | | |
| 2012/4/20 | 11:02:00 | 5.68 | 811.4 | | |
| : | : | : | : | | |
| 2012/4/20 | 12:00:00 | 6.32 | 902.9 | 831.0 | 2,991 |
| : | : | : | : | | |

= [E5+E6+･･･+E8+E9] ÷ 60分
(10:01 ～ 11:00までの平均日射強度)
= [F9] x 60秒 x 60分 ÷ 1,000
(10:01 ～ 11:00までの時間積算日射量)
= [F13] x 60秒 x 60分 ÷ 1,000
(11:01 ～ 12:00までの時間積算日射量)
= [D13] ÷ 7μV/W･m² x 1,000
(12:00:00時の瞬間日射強度)
* 感度定数が 7μV/W･m² の場合
データロガーでの記録値(日付、時刻、日射計出力)

① 電圧値[mV] ＝ データロガーでの記録値

② 瞬間日射強度[W/$m^2$] ＝ ①÷ 感度定数 × 1,000

③ 平均日射強度[W/$m^2$] ＝ ②の(時間)平均値

④ 積算日射量[kJ/$m^2$] ＝ ③× 60 秒 × 60 分 ÷ 1,000

# 6. メンテナンス ＆ トラブルシューティング

## 6-1. メンテナンス

正確な測定の維持の為には、ガラスドームを含む日射計の状態が適切にメンテナンスされていることが必要です。日頃のメンテナンスと定期的な校正により当社の日射計は 10 年以上の長期にわたっての使用も可能です。 交通量の多い道路や空港に隣接する設置場所ではその環境条件により日射計に影響を与えることも考えられます。 それぞれの設置場所に応じた適切なメンテナンスを心がけてください。

表 6-1. メンテナンス項目

| 点検事項 | 頻度 | メンテナンス内容 | 怠った場合の問題点 |
|---|---|---|---|
| ドームの清掃 | 1 週間に数回(最低 1 回以上) | ガラスドームの汚れを柔らかい布及びアルコールで拭き取ってください。 | 汚れなどで日射が受感部に十分に伝わらなくなり、出力が低く測定されてしまいます。 |
| ドームの確認 | 毎週 | ガラスドームおよびその周辺部に、割れや傷が生じていないか確認してください。 | 内部への雨滴や露などによる水分の浸入によって、日射計の受感部や内部の損傷につながってしまいます。 |
| 水準器の確認 | 毎週 | 日射計が水平状態であるか、日射計の水準器を確認してください(*水平設置の場合)。 | 傾きに応じた入射角誤差や方位角誤差等の測定誤差が生じてしまいますので、太陽高度に応じた日射強度が正しく計測されなくなってしまいます。 |
| ケーブルの確認 | 毎週 | ケーブルの断線が生じていないか、コネクタ部に緩みはないか、ケーブルが風でばたついていないかを確認してください。 | ケーブル切断やコネクタの緩みは、放射が計測されない又は散発的な計測不良の原因となります。また、電源ケーブル損傷の場合、感電する恐れがあります。<br>風でのばたつきにより、出力にノイズが生じる可能性があります。 |
| 設置台の確認 | 毎週 | 日射計が正しく設置台に固定されているか、設置台に損傷やがたつきなどの劣化が生じていないか確認してください。 | 日射計の落下や設置台の倒壊などで、受感部が損傷したり、ガラスが割れて怪我をしたりするなどの恐れがあります。 |
| シリカゲルの確認 | 毎月 | シリカゲルの色が青→赤っぽく変色していないか確認する。変色していた場合、交換してください。 | 湿気によりガラス内部に結露が生じ、出力が低く測定されます。この状態を放置すると内部損傷につながる恐れがあります。 |
| センサーの校正 | 2 年毎 | センサーの感度定数の再校正を行ってください(当社へお問い合わせください)。 | 受感部の感度劣化により、感度定数に対する出力誤差が生じる可能性があります。 |

# 6-2. 校正及びトレーサビリティについて

日射測定を品質良く維持する為に、当社の全天日射計は、2 年毎に 1 度、再校正する事を推奨します。
下記に当社の全天日射計の校正方法と、校正の不確かさについて記載しております。
再校正や管理方法の詳細については、当社へ連絡をお願いします。

## 1. 校正方法

当社の全天日射計シリーズは、1000W/m$^2$AAA クラスのソーラシミュレータの光源にて校正されています。
連続した校正の間、同型の全天日射計標準器と製品によって入射する放射照度を交互に測定します。
全天日射計製品の感度定数の値は、標準器の感度定数に出力の比率を掛ける事によって決定されます。

屋内校正手順

校正の手順としては、標準器と製品をソーラシミュレータから同じ距離になる様、水平状態にて光の中心に交互に配置し、それぞれの出力を測定します。そして標準器の出力と感度定数から日射相当量を算出し、その日射相当量と製品の出力から求めた値を感度定数としています。

屋内校正の測定不確かさ

連続した校正の間、雰囲気温度とソーラシミュレータの照射光などの測定環境が非常に安定している為、校正再現性や精度は非常に高く、屋内校正方法による校正の再現性は 99%以上です。
拡張校正不確かさの値については全天日射計の型式に依存しており、結果は校正証明書に記載されています。

作業環境(周辺温度など)やソーラシミュレータの出力は比較的安定している為、日射計校正の不確かさは、日射計標準器の不確かさ、及び製品と社内標準器の測定間における入射光の最大変動を考慮して求められています。

屋外校正手順 (気象庁検定品)

気象庁検定品の全天日射計は屋外での実測環境のもとで校正されます。
社内標準器と製品を横に並べて設置し、同時に測定し校正します。その為、両方の全天日射計を安定した台に水平になるよう設置し、測定したデータを精度の良いデータロガーシステムにて収集します。製品の感度定数は、少なくとも連続した 30 点のデータを平均して求め、それぞれの連続したデータは、1 分平均 30 分間データの統計値から構成され、且つ 400W/m$^2$ 以上の全天日射量データだけを使用します。

屋外校正の測定不確かさ

感度定数の総合的な不確かさを最小限にする為、測定条件として環境温度や最低全天日射量、そして最低太陽高度などの制限が適用されます。感度定数の不確かさは統計的に 1.96σ の標準偏差が確認されており、それは社内標準器と 95%の合致を意味しています。

## 2. 測定の不確かさ

全天日射計の測定不確かさを評価する為には、熱電センサーの物理的特性について、ある程度の知識が要求されます。
製品の仕様表を見ても、放射の測定には多くの要因から影響を受けるという印象を与えます。幸いにも、これら全ての誤差要因は、少量であるため同時に測定へ影響を与えることはめったにありません。しかしながら個々の仕様の誤差を判別する為に、各々の測定条件を分離する事はほぼ不可能である事から、合成された測定の不確かさを計算する事は大変難くなります。
以上の事から、測定の不確かさがいかに難しく複雑であるかがわかります。測定誤差を評価する為の幾つかの実用的なガイドラインを下記に紹介します。

1. 単一の測定誤差を決定する為に感度定数の相対的な測定の不確かさを使用する
2. 多くの個々の測定値の平均の値を使用する(例えば、1 秒インターバル測定での 5 分間平均など)

トレーサビリティ

当社にて維持管理されている社内標準器(全天日射計)は、PMOD (Davos, Switzerland)で管理されている WRR (World Radiometric Reference)一次基準器(絶対放射計)と直接比較された当社が所有している絶対放射計にトレースすることができます。そして、測定に用いられるデータロガーシステムは、JEMIC (Japan Electric Meters Inspection Corporation)にトレースすることができます。

社内標準器(全天日射計)は、当社の絶対放射計にて測定された直達日射強度と、2 台の社内標準器(全天日射計)を遮蔽方式(『A New Method for Calibrating Reference and Field Pyranometers (1995)』Bruce W Forgan)にて 1 年ごとに直接、比較校正をしています。

当社の絶対放射計は、WRR と 5 年に一度比較測定を行い、WRR に直接トレースしております。

トレーサビリティ (気象庁検定品)

当社にて維持管理されている社内標準器(全天日射計)は、PMOD (Davos, Switzerland)で管理されている WRR (World Radiometric Reference)一次基準器(絶対放射計)からトレースされている気象庁の国家標準器(絶対放射計)にトレースすることができます。そして、測定に用いられるデータロガーシステムは、JEMIC (Japan Electric Meters Inspection Corporation)にトレースすることができます。

社内標準器(全天日射計)は、気象庁で管理している国家標準器にて測定された直達日射強度と、コリメーションチューブ方式を用い、2 年ごとに直接、比較校正をされています。気象庁の国家標準器は、WRR と 5 年に一度比較測定が行われており、WRR に直接トレースできます。

# 6-3. トラブルシューティング

修理やお問い合わせのご連絡を頂く前に、下記の項目をご確認ください。下記項目に当てはまらないトラブルや、技術的質問などは、当社までご連絡頂けますようお願い致します。

表 6-2. トラブルシューティング一覧

| 症 状 | 対 処 方 法 |
|---|---|
| 出力が出ない | 出力ケーブルが機器に適切に接続されているか、断線していないかを確認する為、出力ケーブルの ＋ 線 と - 線間の抵抗値(内部抵抗)を測定し、仕様範囲内にある事を測定してください(7. 仕様を参照)。 |
| | 出力計測器の測定レンジが適正であるか確認してください。 |
| 出力値が異常に低い | ガラスドーム部に雨滴やゴミが付着している可能性があります。ガラスドーム部を柔らかい布などで拭き取るなどの清掃をしてください。 |
| 夜間に出力が出ている | 全天日射計は、受感部の温接点と冷接点の温度差に比例した出力を生成します。そのためボディと受感部でのわずかな温度差が生じた場合、些少の出力が出る事があります。これは、機器特有の現象であり、機器の品質に関連する問題はありません。 |
| シリカゲルが変色した (MS-602 を除く) | シリカゲルの交換をしてください。乾燥剤容器を全天日射計のボディから外し、容器フタを外して、シリカゲルを交換してください。 |
| ファンから異音がする (ファン付全天日射計) | ファンに葉やゴミなどの異物が絡まっている可能性があります。<br>ファンを一旦停止し、ファンの付近やファン内に異物が無いか確認してください。<br>あるいは、ファンの寿命などによりファンの回転音が増大した可能性があります。その場合は当社へご連絡ください。 |

# 7. 仕様

## 7-1. 製品仕様

### 1. 特性

当社全天日射計製品の特性値(代表値)と ISO9060 規格に該当する値の比較を表 7-1、その他の仕様を表 7-2 に示しています。

表 7-1. 製品の代表値と ISO9060 規格の比較表

| 特性項目 | Secondary - standard | **MS-802 / MS-802F** | First - class | **MS-402 / MS-402F** | Second - class | **MS-602** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 応答速度 (出力 95%) | ＜15 秒 | 約 5 秒 | ＜30 秒 | 約 8 秒 | ＜60 秒 | 約 17 秒 |
| ゼロオフセット A | ＜7 W/m$^2$ | ＜6 W/m$^2$ | ＜15 W/m$^2$ | ＜6 W/m$^2$ | ＜30 W/m$^2$ | ＜10 W/m$^2$ |
| *ゼロオフセット B | ＜2 W/m$^2$ | ＜2 W/m$^2$ | ＜4 W/m$^2$ | ＜2 W/m$^2$ | ＜8 W/m$^2$ | ＜6 W/m$^2$ |
| *長期安定性 | ＜0.8 % | ＜0.5 % | ＜1.5 % | ＜0.5 % | ＜3 % | ＜1.7 % |
| *非直線性 | ＜0.5 % | ＜0.2 % | ＜1 % | ＜0.2 % | ＜3 % | ＜1.5 % |
| *方位特性 | ＜10 W/m$^2$ | ＜10 W/m$^2$ | ＜20 W/m$^2$ | ＜20 W/m$^2$ | ＜30 W/m$^2$ | ＜25 W/m$^2$ |
| *分光特性 | ＜3 % | ＜1 % | ＜5 % | ＜1 % | ＜10 % | ＜1 % |
| 温度特性 | ＜2 % | ＜1 % | ＜4% | ＜1 % | ＜8% | ＜2 % |
| *傾斜特性 | ＜0.5 % | ＜0.2 % | ＜2 % | ＜0.2 % | ＜5 % | ＜2 % |
| 波長範囲 | --- | 285～3000 nm | --- | 285～3000 nm | --- | 285～3000 nm |

[*]を付記した特性項目の数値は絶対値にて示しております。

表 7-2. その他の仕様一覧

| 特 性 項 目 | | MS-802 / MS-802F | MS-402 / MS-402F | MS-602 |
|---|---|---|---|---|
| 視野角 | | 2π(sr) | | |
| 使用温度範囲(精度保証範囲)<br>下段:ファン付き | | -40～+80℃(-10～+50℃)<br>-40～+50℃(-10～+50℃) | | -40～+80℃(-10～+50℃) |
| 重量(ファン付き) | | 1.4kg(3.0kg) | | 230g |
| 塗装色 | | マンセル値 N-9.5 白色焼付塗装 | | 白アルマイト |
| 感度定数 | | 約 7.00μV/W·m$^{-2}$ | | |
| 内部抵抗 | | 約 500Ω | | 20～140Ω |
| 出力ケーブル(外径) | | 0.5mm$^2$×2 芯(φ6.7mm) | | 0.3mm$^2$×2 芯(φ4.8mm) |
| 出力ケーブル端子(標準) | | Y 端子(1.25Y-4) | | Y 端子(1.25Y-4) |
| *ファン用電源 | AC | 100V, 16W @ 50Hz/15W @ 60Hz | | - |
| | DC | 12V または 24V | | - |
| ファン用電源ケーブル(外径) | | 0.75mm$^2$×3 芯(φ6.8mm) | | - |
| ファン用 DC 電源ケーブル端子 | | 丸端子(1.25-4) | | - |

[*]ファン用電源は AC 電源用と DC 電源用の 2 種類がございますので購入時にご指定ください。DC 電源の場合は電圧をご指定ください。

# 2. 日射計寸法

下記は、各日射計の外形図(寸法)です

表 7-3. 寸法一覧表

| | MS-802/402 | MS-602 | MS-802F/402F |
|---|---|---|---|
| A. 取付穴ピッチ | 80 mm | 60 mm | 160 mm |
| B. ボディ高 | 65 mm | 45 mm | 140 mm |
| C. 調整足高 | *16 mm | 0mm 以上 | *16 mm |
| D. 全幅(フード含む) | φ160 mm | φ78 mm | φ200 mm |
| E. 全体の高さ | 108mm | 66mm | 183mm |

[*]は軸足長を記載しております

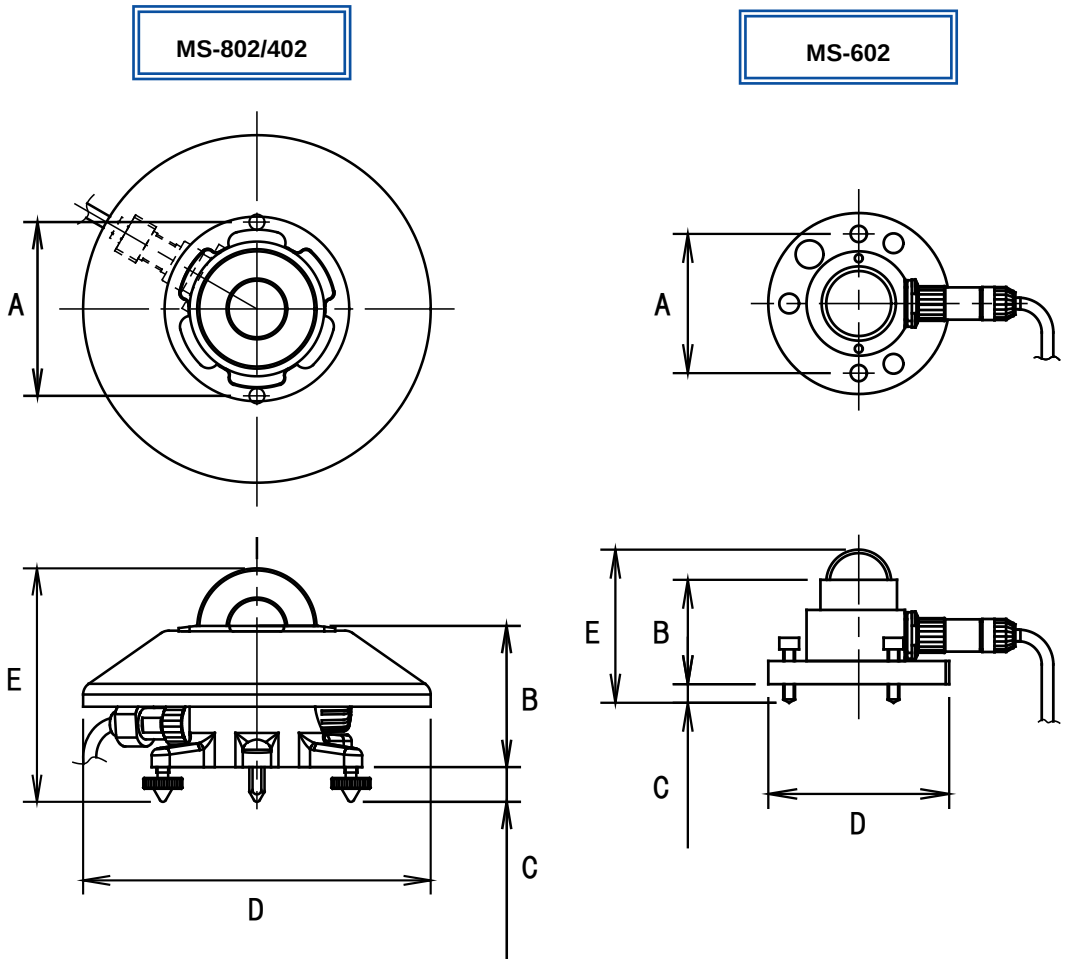



図 7-1. 各日射計の外形図

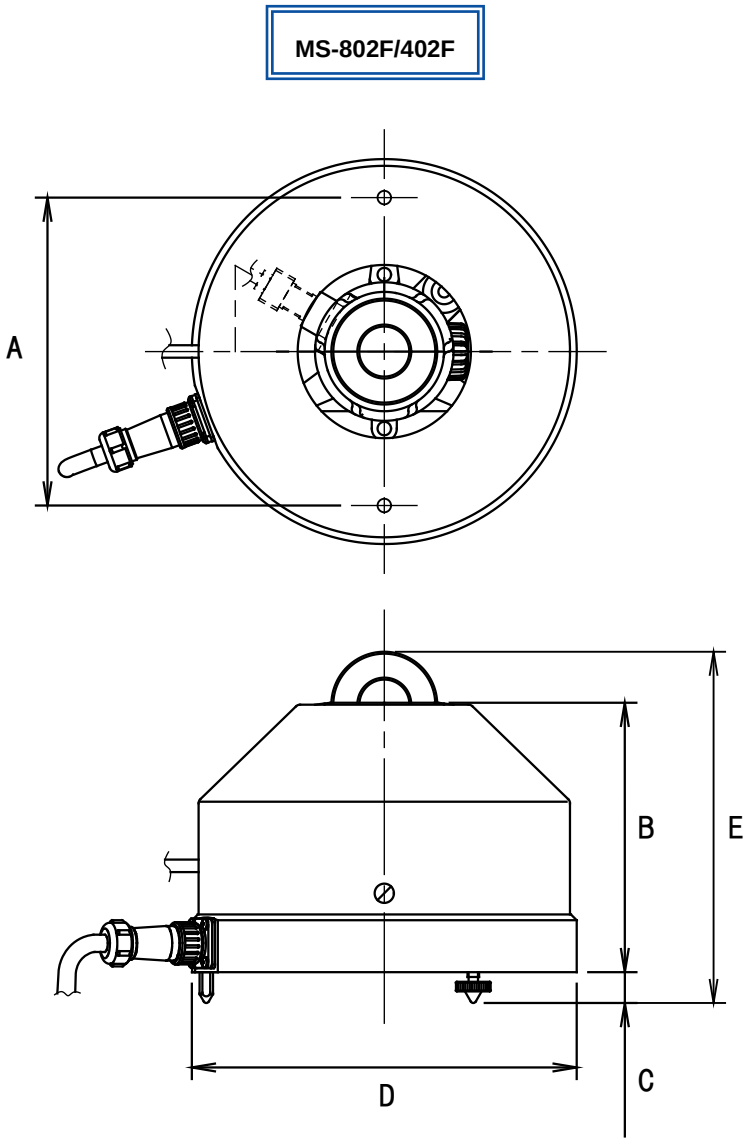
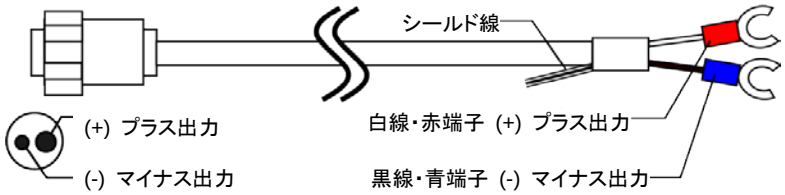


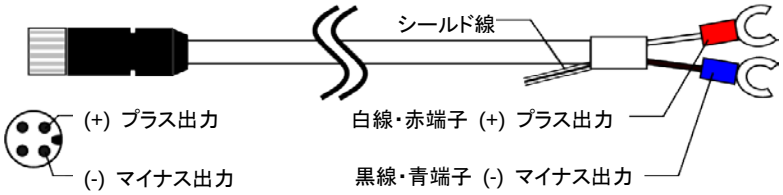

図 7-2. 各日射計の外形図

# 7-2. 出力ケーブル及びファンユニット用電源ケーブル

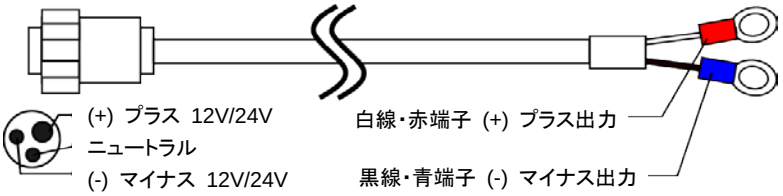
## 1. MS-802(F)/402(F)用出力ケーブル(標準)




## 2. MS-602 用出力ケーブル(標準)




## 3. ファン用 DC 電源ケーブル




## 4. ファン用 AC 電源ケーブル

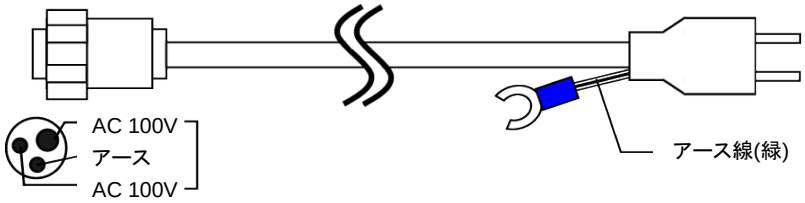



図 7-3. 各日射計用ケーブル

# 7-3. オプション品

表 7-4. オプション品一覧

| オプション品 | 詳細 |
|---|---|
| 出力ケーブル | ケーブル長:20m、30m、50m<br>先端処理:丸端子(1.25-4)、JIS C 2805準拠 |
| 電源ケーブル | AC100V用、DC12/24V用　各20m、30m、50m |
| 詰め替え用シリカゲル(MS-602を除く) | 詰め替え用シリカゲル(乾燥剤)ボトル(500g) |
| トレーサビリティ証明書 | 試験成績書、校正証明書、トレーサビリティ体系図を記載したもの |
| 気象庁検定証書 | 気象庁検定品をご購入された場合のみ |

# 付記

## A-1. 用語の定義

表 A-1. 用語一覧表

| | |
|---|---|
| 半球面日射強度 | 任意の平面において、立体角 2πsr から受ける角度特性が加味された日射強度で、単位は[W/m²]または[kW/m²] となっています。 |
| 全天日射強度 | 水平面で受ける半球面日射強度で、単位は[W/m²]または[kW/m²] となっています。 |
| 直達日射強度 | 太陽周辺光を含む太陽からの直達光を小さな立体角で受ける日射強度で単位は[W/m²]または[kW/m²] となっています。 |
| 散乱日射強度 | 直達日射強度を除いた半球面日射強度、大気中の浮かぶ微分子、エアロゾル粒子、雲その他の粒子で散乱されて到達する間接的な日射強度で、単位は[W/m²]または[kW/m²] となっています。 |
| 全天日射計 | 約300～3000nmの波長範囲への感度を持ち、任意の平面に到達する半球面からの日射強度を測定するために設計された放射計です。<br>ISO9060 でもこの波長範囲について規定が定められています。 |
| 直達日射計 | 太陽周辺光を含んだ太陽からの直達光の日射強度を測定する放射計です。 |
| 世界放射機関<br>WMO | 気象業務の国際的な標準化と調整を行っている国際連合の専門機関です。 |
| 世界放射基準<br>(WRR) | SI 単位での 0.3%以下の不確かさを持つ放射基準器群のシステムです。この基準は世界気象機関(WMO)にて管理され、1980 年 1 月 1 日に発効されました。 |
| ISO9060 | ISO(国際工業規格)のうちの 1 つで、ISO9060 では全天日射計、直達全天日射計の必要条件や相応する規定が定められています。<br>全天日射計はその規格性能によって 3 階級に細分されています。 |

# A-2. 全天日射計の特性

表 A-2. 日射計特性一覧表(「国際工業規格 ISO9060」より 併せて「CIMO Guide, WMO No. 8」も参照ください)

| | |
|---|---|
| 応答速度 | 光照射に対し全天日射計の出力が全出力の 95%値に至るまでの時間[秒] |
| ゼロオフセット A | 放射収支 200W/m$^2$ 環境下(通風有りの状態)における暗状態での出力[W/m$^2$] |
| ゼロオフセット B | 現在の周囲温度が 1 時間当り 5℃変化した際の暗状態での出力[W/m$^2$] |
| 非安定性 | 1 年間当りの全天日射計の感度の変化率[%] |
| 非直線性 | 500W/m$^2$ 光照射量下での出力に対し、100 W/m$^2$ から 1000 W/m$^2$ までの光照射量での出力の誤差[%] |
| 方位特性 | あらゆる方位、あらゆる角度からの 1000W/m$^2$ 照射量に対する余弦測の誤差[W/m$^2$]、コサイン特性や入射角特性とも呼ばれる |
| 分光特性 | 0.35～1.5 $\mu$m の範囲に相当する製品の分光吸収率と分光透過率の比率[%] |
| 温度特性 | 現在の温度での出力に対し、50℃の温度変化時の出力に対する誤差[%] |
| 傾斜角特性 | 1000W/m$^2$ の光照射量において、水平(0 度)状態から垂直(90 度)の状態にした際の出力誤差[%] |

http://www.eko.co.jp/